

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
B
96

PROEFSTATION
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

nvdbiv42/mvm

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Invloed NaCl en EC op produktie en kwaliteit bij tomaat.

A.M.M. van der Burg

Naaldwijk, november 1989

Intern verslag nr. 42

2243739

A
2
B
96

PROEF...
ONDER...
...

INHOUD		Pagina
1.	Doel	1
2.	Inleiding	1
3.	Proefopzet	1
4.	Verloop van de proeven	2
5.	Waterverbruik	3
6.	EC, pH en analyse voedingsoplossing	3
7.	Gewasanalyse	6
8.	NaCl-huishouding	8
8.1.	NaCl in kunstmeststoffen	8
8.2.	NaCl-toevoer en -opname door het gewas	8
8.3.	Vergelijking twee methoden berekening Na- en Cl-opname door het gewas	10
9.	Productie	10
10.	Vruchtkwaliteit	13
11.	Samenvatting en conclusies	15
	Literatuur	17
	Bijlagen	

1. Doel

Het effect nagaan van keukenzout in de voedingsoplossing op produktie en kwaliteit van tomaat. Het tevens nagaan van de Na- en Cl-opname door het gewas.

2. Inleiding

Bij het telen van gewassen op substraat vindt in het wortelmilieu accumulatie van zouten, vooral Na en Cl plaats. Dit is het geval omdat deze zouten in belangrijk grotere hoeveelheden aan het wortelmilieu worden toegediend dan ze door het gewas worden opgenomen. Op den duur leidt deze accumulatie tot te hoge waarden in de voedingsoplossing en ontstaat groei-, respectievelijk opbrengstreductie. De toevoer van deze zouten vindt voornamelijk via het gietwater plaats. Ook de toegediende kunstmeststoffen kunnen schadelijke zouten bevatten. Accumulatie treed vooral op bij gesloten teeltsystemen. De verwachting is dat, gezien de strenger wordende milieu-eisen deze systemen meer en meer toepassing zullen vinden.

In dit project wordt bijeen aantal gewassen nagegaan tot welke niveaus Na en Cl mogen accumuleren in het wortelmilieu bij gesloten teeltsystemen zonder dat dit nadelige gevolgen heeft voor de produktie en kwaliteit van de produkten. Tevens wordt de opname van deze elementen bepaald. Dit is van belang in verband met de accumulatie snelheid van Na en Cl.

Eerst werden twee proeven gedaan met het gewas tomaat. Voor de eerste teelt werden de planten gezaaid op 12 juni 1985 en voor de tweede teelt op 14 november 1985. De gebruikte rassen waren respectievelijk Estavette en Turbo en de data van het in de kas brengen van de planten waren 17 juli 1985 en 7 januari 1986. De eerste vruchten van de herfstteelt werden geoogst op 23 september 1985 en de laatste op 18 november. Bij de tweede teelt waren deze data respectievelijk 4 april en 1 september 1986.

Naast waarnemingen aan de produktie (aantal en gewicht) werd ook waarneming gedaan aan een aantal kwaliteitsaspecten. Voor wat betreft de uitwendige kwaliteit werd gekeken naar doorkleuring, uitstalleven, zwelscheurtjes en neusrot. De inwendige kwaliteitsaspecten waren EC, zuur en refractie welke in de puree van de vruchten werd bepaald. Gedurende de eerste proef werden éénmaal monsters van het jonge blad en van de vruchten genomen. In de tweede proef werd het jonge blad tweemaal en het oude blad en de vruchten éénmaal bemonsterd. De bovenbak en de recirculerende voedingsoplossing werden regelmatig bemonsterd. De bemonsteringswijze wordt meer gedetailleerd bij de hoofdstukken beschreven.

3. Proefopzet

De proeven vonden plaats in kasafdeling 2.11.10 van het PTG. In bijlage 1 staat het proefschema. De inrichting van de proef is al eerder besproken (C. Sonneveld, 1981). De belangrijkste gegevens omtrent de toerusting zijn:

- de oppervlakte van de veldjes van behandeling is $5,5 \text{ m}^2$;
- de proef was geblokt en lag in vier herhalingen;
- de goten zijn 6,9 m lang;
- in beide proeven werd geen steenwolmat gebruikt;
- de steenwolpotten, waarin de planten werden opgekweekt, werden op een bevoeiingsmat in de goot gezet;
- het basiswater bestond uit regenwater en ontzout leidingwater.

In het systeem met recirculerende voedingsoplossing werd getracht de volgende concentraties te handhaven.

Behandeling	Systeemnummer		NaCl mmol/l	EC (mS/cm)		Verversen
	1985	1986		Voeding	Totaal	
1	1	2	< 5	2,2	2,5	niet
2	2	1	< 5	2,2	2,5	wel
3	3	6	12,5	2,2	3,7	niet
4	4	5	25	2,2	5,2	niet
5	5	4	< 5	3,4	3,7	niet
6	6	3	< 5	4,9	5,2	niet

De behandelingen zijn, evenals de systemen waarop de behandelingen liggen, genummerd van 1 tot en met 6. In 1985 komt de nummering van de behandelingen overeen met de nummering van de systemen. Bij de proef in 1986 werden de behandelingen op een ander systeem gelegd. De bij de behandeling corresponderende systeemnummers voor 1986 zijn in de tabel aangegeven. De NaCl-concentratie op behandeling 1, 2, 5 en 6 werd in principe beneden de 5 mmol per liter gehouden. In paragraaf 6 wordt ingegaan in hoeverre de concentraties in werkelijkheid zijn gehandhaafd.

De voedingsoplossing van behandeling 2 werd 2-wekelijks verversst. Van de overige behandelingen met laag NaCl werd de voedingsoplossing alleen verversst als de NaCl-concentratie te hoog opliep. De analysecijfers van de toegediende voedingsoplossing waren in principe: 0,50 NH₄; 7,00 K; 3,5 Ca; 1,00 Mg; 11,75 NO₃; 1,50 SO₄; 1,75 H₂PO₄ (mmol per liter); 35,0 Fe; 10,0 Mn; 0,0 Zn; 20,0 B; 0,5 Cu; 0,5 Mo (µmol per liter).

In de circulerende voedingsoplossing werden de streefwaarden aangehouden zoals beschreven in brochure 8 (C. Sonneveld, 1986). Deze werden per behandeling gecorrigeerd aan de vereiste EC-waarde. Om de streefwaarden in de circulerende oplossing te handhaven, moest de concentratie in de bovenbak bij herhaling worden aangepast. Zink werd niet toegevoegd, omdat dit voldoende in het basiswater aanwezig was.

4. Verloop van de proeven

In de herfstteelt van 1985 werd gestart bij alle behandelingen met een EC van 2,5 à 3,0 mS.cm⁻¹. In de periode van 26 juli tot 12 augustus werd de EC geleidelijk op het peil gebracht zoals aangegeven in het proefschema. Bij de stookteelt van 1986 werd gestart met een EC van 2,5-3,0 mS per cm. Vanaf 9 januari werd de EC in alle behandelingen geleidelijk verhoogd naar 4,5 mS per cm. De EC in de recirculerende voedingsoplossing werd 20 januari verder opgevoerd tot 6 à 7 mS per cm. Begin februari werden de behandelingen stapsgewijs ingesteld zoals aangegeven in het proefschema. Gedurende de herfstteelt trad magnesiumgebrek op. Dit wordt in paragraaf 10 besproken.

In de stookteelt was er wat uitval door een Botrytisaantasting. In de maand april stierven daardoor 2 planten; één op veldje 1 (behandeling 2) en één op veldje 20 (Behandeling 6). In mei werd een plant op veldje 14 (behandeling 1) door deze schimmel geveld.

Aan het begin van zowel de herfstteelt als de stookteelt werd Previcur aan de recirculerende voedingsoplossing toegevoegd. De dosering was 20 mg per liter. Verder verliep de teelt voorspoedig.

5. Waterverbruik

In tabel 1 is een overzicht gegeven van het waterverbruik van de beide teelten over verschillende perioden. Deze perioden komen overeen met de perioden waarover de Na- en Cl-opname werd berekend (zie paragraaf 8.2).

Tabel 1: Het waterverbruik in de proeven over verschillende perioden en het totaal per teelt in liters per m² per dag.

Periode	Aantal dagen	Behandelingen					
		1 (2,5/niet)	2 (2,5/wel)	3 (3,7/12,5)	4 (5,2/25)	5 (3.7/-)	6 (5,2/-)
Proef 1 (herfstteelt)							
16/7-23/9	69	1,44	1,49	1,46	1,47	1,55	1,54
24/9-18/11	56	1,32	1,41	1,34	1,40	1,50	1,47
	---	---	---	---	---	---	---
Totaal	125	1,39	1,45	1,41	1,44	1,53	1,51
Proef 2 (stookteelt)							
6/1-10/3	63	1,05	1,05	1,17	0,96	0,96	1,03
11/3-14/4	35	1,87	1,66	1,94	1,64	1,68	1,68
15/4-26/5	42	2,50	2,48	2,77	2,46	2,64	2,62
27/5-30/6	35	2,91	2,90	3,25	2,67	3,04	2,95
1/7-28/7	28	2,74	2,69	2,89	2,31	2,75	2,60
29/7-18/8	21	2,52	2,78	2,69	2,84	2,70	2,48
19/8- 1/9	14	1,90	2,21	1,91	1,69	1,95	1,87
	---	---	---	---	---	---	---
Totaal	238	2,02	2,02	2,18	1,89	2,05	1,96

Kijken we naar het waterverbruik dan zien we dat de behandeling op systeem nummer 6 bij beide teelten een hoog waterverbruik had. De oorzaak moet gezocht worden in het feit dat een van de veldjes van dit object voor een deel aan de rand van het proefveld lag, waardoor een hogere verdamping zal zijn opgetreden. De behandelingen met de hoogste EC waren in de tweede teelt wat lager in waterverbruik (circa 10%). Dit was mogelijk toe te schrijven aan de hogere osmotische druk. Toch was geen EC-effect op de ontwikkeling van het gewas zichtbaar. In de eerste teelt was geen invloed van EC of keukenzoutconcentratie op het waterverbruik waar te nemen.

6. EC, pH en analyse voedingsoplossing

De EC en pH werden driemaal per week bepaald. Eénmaal per twee weken werd de recirculerende voedingsoplossing bemonsterd en onderzocht op hoofdelementen. Behandeling 3 en 4 werden ook tussentijds bemonsterd voor bepaling van Na en Cl. De spoorelementen werden iedere vier weken bepaald. In tabel 2 zijn de gemiddelde analysecijfers van beide teelten weergegeven. In de bijlagen 2 en 3 staan de analyseresultaten voor de elementen Na en Cl.

Tabel 2: Gemiddelde analyseresultaten van de recirculerende voedingsoplossing. pH, EC (in mS per cm) en NO₃, Cl, SO₄, HCO₃, P, NH₄, K, Na, Ca en Mg (in mmol per liter).

	Behandelingen					
	1	2	3	4	5	6
	(2,5/niet)	(2,5/wel)	(3,7/12,5)	(5,2/25)	(3,7/-)	(5,2/-)
Proef 1						
pH	5,9	5,9	6,1	6,0	5,8	5,7
EC	2,7	2,7	3,9	5,4	4,0	5,3
NO ₃	15,7	16,7	14,7	16,3	23,9	>30,9
Cl ³	0,9	0,6	12,8	23,7	1,7	1,5
SO ₄	3,2	2,6	3,0	4,0	4,8	5,8
HCO ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P	3,2	2,5	2,9	> 3,6	> 4,1	> 4,1
NH ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K	6,3	7,8	6,7	9,2	10,8	17,3
Na	2,8	2,0	13,4	24,8	4,7	4,0
Ca	5,7	5,2	5,4	5,6	8,1	11,0
Mg	2,6	2,0	2,4	2,8	3,7	4,4
Proef 2						
pH	6,1	5,8	6,3	6,2	5,8	5,5
EC	2,7	2,6	3,8	5,2	3,8	5,1
NO ₃	17,6	16,9	17,9	18,0	24,1	>31,7
Cl ³	1,7	1,2	11,9	23,3	2,5	2,1
SO ₄	2,2	1,9	1,6	3,2	3,2	4,0
HCO ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P	1,5	1,9	1,7	2,3	3,0	> 4,1
NH ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K	6,4	7,6	6,7	9,3	9,8	15,8
Na	4,6	3,1	12,9	23,7	5,4	5,2
Ca	4,8	4,6	4,7	5,3	7,3	10,6
Mg	2,0	1,8	2,5	2,7	3,1	4,0

De EC was in de eerste proef in alle behandelingen gemiddeld wat hoger dan de streefwaarden. In de tweede proef was dat vooral bij de laagste EC-trappen het geval. Overigens kon de EC in de voedingsoplossing redelijk constant worden gehouden, de maximum afwijking was 0,4 mS per cm. Ook de NaCl-concentratie in behandeling 3 en 4 benaderde in beide teelten redelijk de streefwaarden (zie bijlagen 2 en 3). De Na- en Cl-concentratie in de recirculerende voedingsoplossing werd voornamelijk in de onderbak bijgestuurd. In de praktijk kwam het er op neer dat, indien de Na- of Cl-concentratie te laag was, deze stoffen in de vorm van NaCl, KCl, MgCl₂ of CaCl₂ in de onderbak werden toegevoegd. De werkelijke concentraties aan Na en vooral Cl zullen daarom wat hoger zijn geweest als de in de tabel aangegeven waarden. De Na-concentratie in de behandelingen met lage NaCl-concentraties - behandeling 1, 5 en 6 (behandeling 2 werd steeds ververst) - liep steeds geleidelijk op. De recirculerende voedingsoplossing werd daarom enkele malen ververst. In de herfstteelt gebeurde dit één maal op 11 september. De Na-concentratie was toen opgelopen tot 6,5 mmol per liter

bij behandeling 5. De Cl-concentratie liep minder hoog op dan de Na-concentratie (maximaal 4,0 mmol per liter). In de tweede teelt werd de recirculerende voedingsoplossing in verband met het oplopen van de Na-concentratie op 22 mei, 26 juni en 20 juli ververst. Evenals bij de herfstteelt werden de recirculerende oplossingen van alle behandelingen ververst. Dit om overal eenzelfde behandeling te geven. De Na-concentratie liep op tot 7,0 mmol per liter en was een maal zelfs circa 9,0 mmol per liter. De oorzaak van de hoge Na-concentratie was de hoge Na-concentratie van dit element in het basis water (zie paragraaf 8.2).

De gemiddelde concentratie van de overige hoofdvoedingselementen lag binnen de voor tomaat gestelde grenzen. Hiertoe moest de concentratie van een aantal voedingselementen regelmatig worden bijgestuurd. Vooral de K-concentratie zakte nogal eens weg gedurende perioden met een sterke vruchtgroei. Zo was de K-concentratie op 21 mei 1986 in behandeling 2 tot 1,0 mmol gedaald. Extra K-toediening in de vorm van kalisalpeteer in de onderbak deed de K-concentratie weer snel naar een acceptabel niveau stijgen.

Tabel 3: Gemiddelde gehalten aan spoorelementen in de recirculerende voedingsoplossing in umol per liter

Behandeling	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Proef 1					
1 (2,5/niet)	53	1,8	6	49	1,3
2 (2,5/wel)	73	2,0	11	64	1,1
3 (3,7/12,5)	107	3,9	9	75	2,1
4 (5,2/25)	111	2,6	12	76	1,6
5 (3,7/-)	94	1,9	15	53	1,4
6 (5,2/-)	139	2,1	13	59	1,3
Proef 2					
1 (2,5/niet)	71	9,7	8	59	1,0
2 (2,5/wel)	99	6,5	14	79	1,6
3 (3,7/12,5)	144	7,5	12	102	2,4
4 (5,2/25)	151	5,9	16	107	2,0
5 (3,7/-)	120	8,3	14	88	1,6
6 (5,2/-)	118	4,0	13	84	1,4

De voedingsoplossing werd vierwekelijks op spoorelementen onderzocht. In tabel 3 staan de gemiddelde gehalten aan spoorelementen in de recirculerende voedingsoplossing. De concentraties aan spoorelementen waren bij de behandelingen met de hoge EC-voedingselementen ook hoog. De Fe-concentratie was in beide teelten gemiddeld vrij hoog, terwijl de Mn-cijfers in de herfstteelt ondanks extra toevoeging van dit element vrij laag waren. De oorzaak moet gezocht worden in de vrij hoge pH, waardoor een deel van de Mn wordt geoxideerd. Naar verwachting zal de plant geen schade van de lage Mn-cijfers in de herfstteelt hebben ondervonden.

In de stookteelt liep eind februari door de hoge concentraties in het basiswater de Zn-concentratie op tot 29 umol per liter. Om Zn-overmaat te voorkomen, werd de voedingsoplossing van behandeling 1, 3, 4, 5 en 6 ververst. De B- en Cu-concentraties lagen dankzij regelmatig bijsturen binnen de gestelde grenzen.

7. Gewasanalyse

Tijdens de teelten zijn verschillende malen monsters genomen van blad en vrucht. Voor wat betreft het blad werden jonge volgroeide bladeren genomen; één maal in de eerste teelt en twee maal in de tweede teelt. Het oude blad werd slechts één maal bemonsterd. Voor analyse werd steeds de blad-schijf genomen, de bladsteel werd verwijderd. In beide teelten werden de vruchten één maal bemonsterd. In tabel 4 staan de resultaten van de chemische analyse van de droge stof en het droge stofpercentage samengevat. De resultaten worden hierna besproken. De nominale waarden staan in bijlage 4 en 5.

Tabel 4: Analyseresultaten en het droge stofgehalte van jong blad (gemiddeld 3 monsters), oud blad (2 juli 1986) en vrucht (gemiddeld 2 monsters) per behandeling. Gehalten in mmol/kg en droge stof in %.

Behan- deling	1 -/2,5 zonder	2 -/2,5 met	3 12,5/3,7	4 25/5,2	5 -/3.7	6 -/5,2
Jong blad						
Na	45	30	104	172	43	36
K	924	945	906	911	978	1079
Ca	886	841	903	839	829	823
Mg	158	142	171	169	154	140
P	253	257	238	205	242	240
Cl	75	70	122	164	77	79
N	3366	3392	3353	3443	3498	3574
NO ₃	153	124	155	157	171	174
S-tot.	498	469	524	483	470	489
SO ₄	441	403	561	426	400	439
dr.st.	13,0	13,0	12,9	13,4	13,3	13,3
Oud blad						
Na	47	30	99	156	40	36
K	668	717	645	646	782	842
Ca	1514	1538	1670	1443	1496	1235
Mg	184	135	210	206	156	128
P	367	367	301	260	324	318
Cl	44	34	65	98	32	36
N	1994	2008	1927	1946	1954	2054
NO ₃	136	136	157	131	188	158
S-tot.	915	867	781	775	822	910
SO ₄	796	774	738	722	764	796
dr.st.	15,0	15,6	15,3	15,8	15,5	15,8
Vrucht						
Na	35	20	71	106	30	29
K	1205	1160	1149	1155	1168	1186
Ca	35	36	32	26	30	28
Mg	76	70	69	73	70	69
P	205	193	185	186	185	188
Cl	139	137	198	201	129	139
N	1753	1598	1617	1654	1630	1650
NO ₃	26	<24	<21	<19	<22	<20
S-tot.	53	51	48	48	48	47
SO ₄	32	35	30	29	32	35
dr.st.	5,2	5,1	4,9	5,6	5,0	5,9

Toevoeging van NaCl aan de voedingsoplossing had duidelijk hogere Na- en Cl-gehalten in zowel het blad als vrucht tot gevolg. Vooral de Na-opname was aanzienlijk hoger. Het gehalte in zowel het blad als in de vrucht was tot vijf maal hoger bij de hoogste NaCl-trap ten opzichte van geen NaCl toevoeging. Opvallend was dat de Na- en Cl-gehalten in de monsters van 2 juli 1986 in het oude blad lager waren dan in het jonge blad (zie bijlage 4). Mogelijk is de periode waarin het blad wordt gevormd bepalend voor het gehalte aan Na en Cl en is de leeftijd van het blad van minder belang. Ook de concentratie aan overige kationen zal voor Na van invloed zijn geweest op de opname van dit element. Zo was de K-concentratie in de voedingsoplossing voor de gewasbemonstering van 2 juli bijzonder laag (tabel niet in verslag opgenomen). Het K-gehalte in het blad verschilde nauwelijks en lag in de vrucht op dezelfde hoogte bij NaCl-toediening. Opvallende was het hogere Mg-gehalte in vooral het oude blad bij de hoge NaCl-trappen. Verder hadden behandelingen met een hoge NaCl-concentratie een lager P-gehalte in het blad tot gevolg. Een hogere EC had een wat hoger K-gehalte in het blad tot gevolg. Opvallend was het lagere Ca-gehalte in de vruchten bij de hoge EC-trappen. Het lijkt erop alsof hoog NaCl dit effect versterkt. In de herfststeelt deden zich in aanzienlijke mate verschijnselen van magnesiumgebrek in het blad voor. Op 22 oktober 1985 werd het gewas beoordeeld op magnesiumgebrek. In tabel 5 staan de resultaten van deze beoordeling.

Het Mg-gehalte in het op 18 september genomen monster van het jonge blad van behandeling 1 t/m 6 was respectievelijk 116, 98, 108, 100, 122 en 111 mmol per kg droge stof (zie bijlage 4).

Uit de gewasbeoordeling blijkt een grote variatie tussen de veldjes te bestaan. Uit deze cijfers komt noch een duidelijk EC- noch een duidelijk NaCl-effect naar voren. Ook in het Mg-gehalte van het blad is geen behandelingseffect te ontdekken. Wel is er een verband tussen het Mg-gehalte in het blad en de beoordelingscijfers. Een hoog beoordelingscijfer (behandelingen 2 en 4) correspondeert met een laag gehalte in het blad. Bij behandeling 1 en 5 werd bij een laag beoordelingscijfers juist een hoog Mg-gehalte in het blad gevonden.

Tabel 5: Beoordeling Mg-gebrek van de afzonderlijke veldjes en het gemiddelde. Datum 22 oktober 1985. Beoordelingscijfer 0 is geen gebrek, 5 zeer ernstige geelverkleuring van het blad.

Herha- ling	Behandelingen					
	1 -/2,5 zonder	2 -/2,5 met	3 12,5/3,7	4 25/5,2	5 -/3,7	6 -/5,2
1	1,8	1,4	1,1	1,3	0,5	1,4
2	0,4	1,9	1,9	1,5	1,5	1,4
3	1,5	0,9	2,4	1,2	1,3	1,3
4	1,1	1,4	1,6	1,9	1,0	1,4
	---	---	---	---	---	---
Gemiddeld	1,2	1,4	1,7	1,5	1,1	1,4

8. NaCl-huishouding

8.1 NaCl in kunstmeststoffen

In april 1987 werden de meest gebruikte kunstmeststoffen bemonsterd en geanalyseerd op NaCl. De monsters werden betrokken uit een willekeurige kunstmestvoorraad. In tabel 6 staan de resultaten.

Tabel 6: De Na- en Cl-gehalten in mmol per kg van de enkele kunstmeststoffen.

	Na	Cl
Vaste meststoffen		
Kalisalpeter	368	505
Kalisulfaat	70	213
Monokalifosfaat	38	<5
Monoammoniumfosfaat	9	34
Bitterzout	<5	6
Kalksalpeter	<5	7
Ammoniumnitraat	<5	<5
Vloeibare meststoffen		
Kalisalpeterzuur	46	66
Kalizwavelzuur	8	34
Kalifosforcarbonaat	256	<5
Kalicarbonaat	223	<5
Magnesiumnitraat	<5	<5
Kalksalpeter	<5	<5
Ammoniumnitraat	<5	7
Salpeterzuur (38%)	<5	10
Fosforzuur (59%)	<5	5

Vooraf in kalimeststoffen kwamen de hoogste Na- en Cl-gehalten voor. In het algemeen was de Cl-concentratie in de vloeibare meststoffen lager dan in de vaste meststoffen.

Voor zowel de vaste als de vloeibare meststoffen werd een berekening gemaakt van de hoeveelheid Na en Cl die wordt opgelost bij het maken van een 100 maal geconcentreerde oplossing. Het betrof 1 m³ Aooo-oplossing voor tomat. Uitgaande van een honderdvoudige verdunning (EC is circa 2,3 mS per cm) is de Na- en Cl-concentratie bij gebruik van vaste meststoffen respectievelijk 0,20 en 0,31 mmol per liter. Voor vloeibare meststoffen zijn deze concentraties respectievelijk 0,30 en 0,06 mmol per liter.

8.2 NaCl-toevoer en -opname door het gewas

In paragraaf 6 bleek dat de Na-concentratie in de recirculerende oplossing bij de behandelingen met laag keukenzout vrij sterk opliep. De oorzaak lag enerzijds aan de vrij hoge NaCl-concentratie in het basiswater en anderzijds door de lage opname van vooral natrium. De bovenbak van behandeling 4 werd voor bepaling van de NaCl-concentratie regelmatig bemonsterd. De bemonstering vond plaats nadat de geconcentreerde voedingsoplossing aan de bovenbak was toegevoegd. Gedurende de eerste proef was de Na- en Cl-concentratie in het basiswater gemiddeld voor beide elementen 0,4 mmol per

liter. In de tweede proef was de gemiddelde concentratie respectievelijk 0,7 en 0,8 mmol per liter. Na- en Cl-toevoer zal plaatsgevonden hebben met het basiswater en via de kunstmest waar deze stoffen als verontreiniging in voorkomen (zie paragraaf 8.1) In de behandelingen met keukenzout nam door de onttrekking door het gewas de Na- en vooral de Cl-concentratie geleidelijk af. Door toevoeging van NaCl, KCl, CaCl₂ en MgCl₂ oplossing werd de concentratie aan Na en Cl weer op peil gebracht. Aan de hand van de toegevoegde hoeveelheden en de veranderingen van de berging in het systeem kon de hoeveelheid door de plant opgenomen Na en Cl worden berekend. Echter niet voor de hele teelt. Doordat de voedingsoplossing een aantal malen moest worden verversd (zie hoofdstuk 6) en doordat enkele malen lekkage optrad, kon de opname slechts over enkele perioden worden berekend. De resultaten staan in tabel 7.

Tabel 7: De Na- en Cl-concentraties in de voedingsoplossing en in het opgenomen water (mmol per liter). Van teelt 1 één periode en van teelt 2 over drie perioden.

	Behandeling 1				Behandeling 3			Behandeling 4		
	Na		Cl		NaCl		Opname	NaCl		Opname
	rec.	opl.	opname	opname	rec.	opl.	Na Cl	rec.	opl.	Na Cl
Teelt 1										
23/9-18/11	3,0	0,29	0,2	0,37	12,5	0,86	1,03	25	1,27	1,47
Teelt 2										
30/3-14/4	4,0	0,71	1,7	0,78	12,5	1,33	1,86	25	1,65	2,15
30/6-28/7	4,7*	0,49*	1,9*	0,57*	12,5	0,94	1,29	25	1,26	1,36
28/7-18/8	5,5**	0,69**	2,7**	1,06**	12,5	1,18	1,57	25	-	-
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gemiddeld	4,3	0,55	1,6	0,70	12,5	1,09	1,44	25	1,39	1,66

* 30/6-14/7

** 28/7-25/8

De berekende Na- en Cl-opname is uitgedrukt op de wateropname (mmol per liter). Bekijken we deze tabel dan zien we dat de Na-opname steeds wat lager was dan de Cl-opname. Ook zien we dat de Na- en Cl-opname afhankelijk is van de concentratie in de circulerende voedingsoplossing. Gedurende de eerste proef was de Na- en Cl-concentratie in de circulerende voedingsoplossing bij behandeling 1 zelfs zo laag dat de opname van deze elementen sterk achterbleef ten opzichte van de tweede proef. De vraag of een Cl-tekort is opgetreden gedurende de eerste proef zal ontkennend beantwoord kunnen worden, gezien het toch nog vrij hoge Cl-gehalte in het basiswater. Bij de tweede proef was de Na- en vooral de Cl-opname bij behandeling 3 en 4 gedurende de eerste twee weken van april opvallend hoog. In het voorjaar is, zoals bekend, voor alle elementen de opname uitgedrukt op de wateropname vrij groot. Mogelijk neemt tomaat in die periode van het jaar ook relatief veel keukenzout op.

8.3 Vergelijking twee methoden berekening Na- en Cl-opname door het gewas

De Na- en Cl-opname door het tomatengewas werd op twee manieren berekend.

- A) Via gegevens over de concentratie in de opnamestroom en de opgenomen hoeveelheid water (tabel 1 en tabel 7).
- B) Via droge stofproduktie van de verschillende plantendelen en de gehalten van de droge stof (tabel 9, 10 en 4). Aan de droge stofproduktie van blad en stengel werden geen waarneming verricht. Hiervoor werden aannames gedaan, waarbij werd uitgegaan van een droge stofproduktie die in een reële verhouding staat tot de droge stof produktie aan vruchten (zie bijlage 5 en 6). Van de stengel werden geen analyses verricht. Voor berekening van de gehalten in de stengel werden de gehalten aan Na en Cl in de vruchten met een factor 1,8 vermenigvuldigd. Deze factor werd berekend uit gewasanalyse uit eerder verricht onderzoek (Van der Burg, A.M.M., in druk). Steeds werden voor berekening de hoogst gevonden waarden voor Na en Cl in de blad- en vruchtmonsters genomen (bijlage 6 en 7). In tabel 8 staan de resultaten van de berekeningen.

Tabel 8: De resultaten van 2 methoden van berekening van de Na- en Cl-opname door het gewas van behandeling 3 en 4 van beide teelten.

Methode	Behandeling 3 (3.7/12.5) (mmol/m^2)						Behandeling 4 (5.2/25) (mmol/m^2)					
	Na			Cl			Na			Cl		
	A	B	B/A	A	B	B/A	A	B	B/A	A	B	B/A
Teelt												
1	151	75	0,50	181	168	0,93	228	115	0,50	264	175	0,66
2	639	157	0,24	897	328	0,37	676	225	0,33	845	375	0,44

Uit de tabel blijkt dat via berekening via methode B aanzienlijk minder Cl en vooral minder Na door het gewas wordt opgenomen dan via berekening via methode A. Gemiddeld werd van beide behandelingen en teelten slechts 40% van de Na-opname in de droge stof van het gewas teruggevonden. Voor Cl lagen de uitkomsten vooral van de eerste teelt wat dicht bij elkaar. Mogelijk heeft lekkage uit het systeem plaatsgevonden. Echt waarschijnlijk is dit echter niet gezien de kleine onderlinge verschillen in wateropname tussen de behandelingen (zie tabel 1). Een andere mogelijkheid is dat de gehalten in het gewas hoger zijn geweest dan voor berekening werd gebruikt. De bemonsteringsfrequentie was wat laag voor het doel waarvoor de cijfers werden gebruikt. De analysecijfers van het blad hebben betrekking op monsters van de bladschijf. Uit eerder verricht onderzoek (Voogt, W. in druk) blijkt dat de Na- en Cl-gehalten in de bladsteel aanzienlijk hoger zijn dan in de bladschijf.

9. Produktie

In tabel 9 en 10 staan de produktiegegevens en gegevens over de statistische betrouwbaarheid van beide teelten.

Tabel 9: Produktiegegevens van de eerste teelt. Het aantal per m², het gewicht per m² en het gemiddeld vruchtgewicht. De tabel is gesplitst in gezonde vruchten en vruchten met neusrot. Tevens is de statistische betrouwbaarheid aangegeven.

Betrouwbaarheid: * - p < 0,05

** - p < 0,01

*** - p < 0,001

n.s. - niet significant

Behan- deling	Tot 15 oktober			Neusrot		
	Gezonde vruchten					
	aantal	kg/m ²	g/vrucht	aantal	kg/m ²	g/vrucht
1 (2,5/niet)	23	2,6	113	4	0,3	69
2 (2,5/wel)	26	3,0	114	3	0,2	72
3 (3,7/12,5)	22	2,4	109	6	0,4	67
4 (5,2/25)	21	2,1	104	8	0,6	70
5 (3,7/-)	19	2,1	109	9	0,7	78
6 (5,2/-)	21	2,0	98	7	0,5	72
betr.	***	***	**	***		
Tot einde teelt						
1	79	7,2	91	4	0,3	67
2	87	7,8	91	4	0,3	69
3	81	7,0	87	6	0,4	67
4	86	6,8	79	9	0,6	69
5	82	7,0	85	10	0,8	77
6	81	6,7	83	8	0,6	71
betr.	n.s.	**	**	***		
LSD (p=0,05)	5,9	0,5	5,7	2,1		
	(p=0,11)					

Tabel 10: Produktiegegevens van de tweede teelt. Het aantal per m², het gewicht per m² en het gemiddeld vruchtgewicht van gezonde vruchten en vruchten met neusrot. Tevens is de statistische betrouwbaarheid aangegeven (zie verklaring tabel 9).

Behan- deling	Tot 5 mei Gezonde vruchten			Neusrot		
	aantal	kg/m ²	g/vrucht	aantal	kg/m ²	g/vrucht
1 (2,5/niet)	51	4,2	86	0	-	-
2 (2,5/wel)	46	3,8	82	0	-	-
3 (3,7/12,5)	49	4,1	83	0	-	-
4 (5,2/25)	52	4,1	79	0	-	-
5 (3,7/-)	49	4,0	82	0	-	-
6 (5,2/-)	47	3,7	79	0	-	-
betr.	n.s.	n.s.	*	-	-	-

Tot 27 juni						
1	194	16,4	85	0	-	-
2	187	14,9	80	0	-	-
3	191	15,6	82	0	-	-
4	190	14,6	77	0	-	-
5	196	15,9	81	0	-	-
6	191	14,7	77	0	-	-
betr.	n.s.	n.s.	**	-	-	-

Tot einde teelt						
1	303	24,7	82	11	0,5	45
2	302	23,6	78	11	0,5	43
3	298	23,4	79	13	0,5	35
4	279	20,8	75	21	0,6	31
5	296	23,1	78	14	0,5	36
6	276	20,4	74	23	0,7	29
betr.	*	***	**	***		
LSD (p=0,05)	21,0	1,9	3,6	4,9		

Bekijken we de resultaten dan zien we dat het verversen van de voedingsoplossing in de eerste teelt tot een betrouwbare hogere produktie leidde, terwijl in de tweede teelt de produktie van de behandeling die niet werd ververst juist een hogere produktie te zien gaf. Het verschil tussen wel en niet verversen was echter in de tweede teelt statistisch (p=0,05) niet betrouwbaar. Bij de eerste teelt was de hogere produktie het gevolg van

het grotere aantal vruchten bij de behandeling waarbij werd ververst. In de tweede proef was vooral het lager gemiddeld vruchtgewicht de oorzaak van de lagere produktie van de behandeling waarbij periodiek werd ververst. Bij de eerste teelt is ook op de peildatum van 15 oktober dit verschil aanwezig. Bij de tweede teelt raakte de behandeling waarbij werd ververst in het begin achterop. De achterstand werd later weer enigszins ingelopen. Wat nu de preciese oorzaak is van het positieve effect van het verversen bij de eerste teelt en het kleine negatieve effect bij de tweede teelt is niet duidelijk. Mogelijk is de standplaats de oorzaak (de behandelingen 1 en 2 werden vóór de tweede teelt, voor wat betreft de plaats in het systeem, omgewisseld). Voor de vergelijking met de overige behandelingen werd de opbrengst van behandeling 1 en 2 gemiddeld.

Bekijken we nu het EC- en NaCl-effect. Een hoge EC had in beide proeven een negatief effect op de produktie; in de eerste teelt lag de produktie bij de twee behandelingen met de hoogste EC 0,75 kg per m² (10%) lager dan het gemiddelde van de twee behandelingen met de laagste EC. In de tweede teelt lag de produktie bij de hoogste EC-trap 3,55 kg (15%) lager ten opzichte van de lage EC. De behandelingen met een EC van 3,7 lagen met de produktie tussen het niveau van de laagste en de hoogste EC in. In de eerste teelt was de lage produktie bij de hoge EC vooral het gevolg van een lager gemiddeld vruchtgewicht. Bij de tweede teelt was de lagere produktie bij de hoge EC-trappen een gevolg van een lager aantal vruchten (meer vruchten met neusrot) én een lager gemiddeld vruchtgewicht.

De tabellen laten zien dat bij de behandelingen met NaCl de opbrengst overeenkwam met de produktie van de behandelingen met alleen voeding en eenzelfde EC-waarde. Ofwel, vervanging van een deel van de voeding door NaCl had geen effect op de produktie! Dit is zeer opmerkelijk gezien de hoge NaCl-concentraties.

De behandelingen met een hoge EC gaven meer vruchten met neusrot. In de tweede teelt was dit vooral bij de hoogste EC-trap te zien. NaCl had geen effect op het aantal vruchten met neusrot noch op het gewicht van vruchten met neusrot.

10. Vruchtkwaliteit

Gedurende beide teelten werd waarneming gedaan aan een zevental kwaliteitsaspecten. Voor wat betreft de uitwendige kwaliteit waren dat doorkleuring, uitstalleven, zwelscheurtjes en wankleurigheid. De waarnemingen aan de inwendige kwaliteit van de vruchten waren EC, zuur en refractie. In de eerste teelt werd aan de doorkleuring en het uitstalleven vier maal, in tweevoud waarneming verricht. Het voorkomen van zwelscheurtjes werd bij alle vruchten bepaald. Wankleurigheid kwam in de eerste teelt bij geen van de behandelingen voor. De vruchten werden drie maal bemonsterd, in verband met de drie inwendige kwaliteitsaspecten. Twee maal in enkelvoud en een maal in tweevoud. Gedurende de tweede teelt werd aan doorkleuring en uitstalleven zes maal in tweevoud waarneming verricht. Het voorkomen van zwelscheurtjes werd bij deze teelt een maal per week (er werd drie maal per week geoogst) bij alle vruchten van die dag bepaald. Alle vruchten werden beoordeeld op het voorkomen van wankleurigheid. De vruchten werden zes maal bemonsterd om de inwendige kwaliteit te beoordelen. In de tabel zijn de gegevens van de eerste vier bemonsteringsdata opgenomen (21/4, 9/5, 30/5 en 27/6).

In tabel 11 en 12 staan de resultaten samen met de wiskundige betrouwbaarheid. Eerst wordt het EC-effect besproken, vervolgens het NaCl-effect en tot slot de invloed van het verversen van de voedingsoplossing op de vruchtkwaliteit.

Tabel 11: Resultaten met betrekking op de vruchtkwaliteit van de eerste teelt.

Verversen	EC ¹⁾ tot.	Uitwendige kwaliteit					
		Doorkleuring ²⁾		Uitstalleven ²⁾		Zwelscheurtjes ³⁾	
		Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	Voeding	NaCl
Niet	2,5	4,4	-	11,1	-	1,18	-
	3,7	3,7	4,1	13,8	14,6	0,77	0,72
	5,2	3,6	3,7	16,5	16,5	0,56	0,45
Wel	2,5	4,3	-	9,5	-	-	-
Betrouwbaarheid		n.s.		*		***	
LSD (p=0,05)		0,90 (p=0,10)		1,72		0,21	

Verversen	EC ¹⁾ tot.	Inwendige kwaliteit					
		EC ¹⁾		Zuur ⁴⁾		Refractie ⁵⁾	
		Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	Voeding	NaCl
Niet	2,5	5,8	-	6,9	-	5,1	-
	3,7	5,7	5,9	7,1	7,2	5,4	5,2
	5,2	6,0	6,2	7,5	7,8	5,5	5,6
Wel	2,5	5,9	-	6,9	-	5,2	-
Betrouwbaarheid		n.s.		**		*	
LSD (p=0,05)		0,33 (p=0,12)		0,38		0,29	

1) in mS per cm 2) in dagen 3) schaal 0-5 4) mmol per 100 ml puree
5) % Brix

Tabel 12: Resultaten met betrekking tot de vruchtkwaliteit van de tweede teelt (zie voor verklaring tabel 11, 6) gemiddelde monsters 21/4, 9/5, 30/5 en 27/6).

Ver- versen tot.	EC ¹⁾	Uitwendige kwaliteit								Wankleurige (%)
		Doorkleuring ²⁾		Uitstalleven ²⁾		Zwelscheurtjes ³⁾				
		Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	
Niet	2,5	5,1	-	7,7	-	2,3	-	22	-	
	3,7	4,7	4,6	9,5	7,8	2,2	2,3	14	15	
	5,2	4,7	4,5	9,3	9,8	1,8	1,7	12	9	
Wel	2,5	4,8	-	8,8	-	2,3	-	17	-	
Betrouwbaarheid		n.s.		***		***		**		
LSD (p=0,05)		0,42 (p=0,14)		0,91		0,23		2,5		

vervolg tabel 12

Verversen	EC ¹⁾ tot.	Inwendige kwaliteit ⁶⁾					
		EC ¹⁾		Zuur ⁴⁾		Refractie ⁵⁾	
		Voeding	NaCl	Voeding	NaCl	Voeding	NaCl
Niet	2,5	5,5	-	6,8	-	4,7	-
	3,7	5,8	5,8	7,4	7,3	5,1	5,0
	5,2	5,7	5,8	7,0	7,4	4,9	5,1
Wel	2,5	5,3	-	6,5	-	4,7	-
Betrouwbaarheid		***		***		***	
LSD (p=0,05)		0,18		0,23		0,11	

Een hoge EC had een positief effect op de doorkleuring en het uitstalleven. Het effect van de EC op het uitstalleven was vooral in de eerste teelt opmerkelijk; deze nam toe van 11,1 dagen bij de laagste EC tot 16,5 dagen bij de hoogste EC.

Bij de tweede teelt was dit effect aanzienlijk minder sterk, maar wel duidelijk aanwezig. Overigens varieerde het uitstalleven zeer sterk per waarnemingsdatum; in de eerste teelt van 9 tot 17 dagen en in de tweede teelt zelfs van 5 tot 17 dagen gemiddeld over de zes behandelingen. Voor de andere kwaliteitsaspecten waren verschillen tussen de oogstdata aanzienlijk minder in het oog springend. Zwelscheurtjes traden in beide teelten in ernstige mate op. In de tabellen staat het gemiddelde van alle beoordeelde vruchten. Opmerkelijk is dat zwelscheurtjes bij de hoge EC-trappen in aanzienlijk mindere mate voorkwamen. Vooral bij de eerste teelt was dit effect zeer duidelijk aanwezig. Toch was de aantasting bij de hoogste EC-trap ook nog fors. Er zijn blijkbaar nog andere factoren die van invloed zijn op dit euvel. In de tweede teelt trad nogal wat wankleurigheid op: tot 22% bij de behandeling met de laagste EC. Ook bij dit kwaliteitsaspect was de wankleurigheid bij de hogere EC aanzienlijk lager, bij de hoogste EC was dit percentage gehalveerd.

Voor de drie inwendige kwaliteitsaspecten (vooral voor het zuurgehalte) geldt dat de smaak beter is naarmate de waarde c.q. concentratie hoger is. Bezien we tabel 11 en 12 dan valt op dat, vooral bij de eerste teelt, een wat hogere EC-waarde en een hogere zuurconcentratie en refractie in de vruchten bij de hoge EC-trappen van de voedingsoplossing wordt gevonden. Bij de tweede teelt is dit EC-effect ook wel aanwezig, maar minder sterk dan bij de eerste teelt.

Bekijken we nu het NaCl-effect op de kwaliteit van de vruchten. Zeer opmerkelijk is dat NaCl geen specifiek effect had op de kwaliteitsaspecten. Het verversen van de voedingsoplossing had nagenoeg geen effect op de zeven kwaliteitsaspecten.

11. Samenvatting en conclusies

In dit onderzoek werd het effect nagegaan van EC en NaCl op produktie en kwaliteit bij tomaat. In het najaar van 1985 en in de eerste 9 maanden van 1986 vonden daartoe twee teelten plaats. In de proef werden 3 EC-trappen vergeleken, namelijk 2,5; 3,7 en 5,2 mS per cm. Bij de twee hoogste EC-trappen werden behandelingen opgenomen met alleen voeding en een behande-

ling waarbij een deel van de voeding was vervangen door respectievelijk 12,5 en 25 mmol NaCl per liter. Ook werd het wel en niet verversen van de voedingsoplossing onderzocht. Tevens werd de Na- en Cl-opname door het gewas nagegaan en wel op twee manieren. De planten werden geteeld in voedingsfilm. Tijdens de teelt traden geen noemenswaardige problemen op.

Uit de resultaten van de twee teelten kan worden geconcludeerd dat vervanging van een deel van de voedingsoplossing door keukenzout geen nadelige invloed heeft op produktie en kwaliteit van de vrucht. Zelfs het in beide proeven voorkomende neusrot werd niet beïnvloed door NaCl in de voedingsoplossing. Dit is zeer opmerkelijk gezien de hoge concentratie aan NaCl in de voedingsoplossing.

Het tomatengewas reageert wel duidelijk op de EC; verhoging van de EC van 2,5 naar 5,2 mS per cm gaf een 10-15% lagere produktie. Een hogere EC had een positief effect op de kwaliteit van de vruchten. De doorkleuring was sneller, de vruchten zijn langer houdbaar en krimpscheurtjes treden minder op naarmate de EC hoger is. Maar bij een hoge EC waren nog wel krimp-scheurtjes aanwezig. Blijkbaar zijn nog andere factoren van invloed op het ontstaan van deze kwaal. Een hoge EC heeft ook een positief effect op het optreden van wankleurigheid. Verhoging van de EC heeft verder een positief effect op de kwaliteitsaspecten die de smaak beïnvloeden. Bij een hogere EC in de voedingsoplossing is de EC in de vrucht hoger en ook is de concentratie aan suiker en zuur hoger.

Het effect van verversen van de voedingsoplossing is niet duidelijk. In de eerste teelt werd een positief effect geconstateerd. In de tweede teelt had het verversen juist een negatief effect op de produktie.

De totale NaCl-opname door het tomatengewas werd op twee manieren berekend. Uit berekening via gegevens over de Na- en Cl-toevoer bleek dat de Na- en Cl-opname afhangt van de concentratie van deze ionen in de voedingsoplossing. Tomaat neemt gemakkelijker Cl op dan Na. De opname aan Na en Cl bij 3,7 mS per cm en een NaCl-concentratie van 12,5 mmol per liter is respectievelijk 1,1 en 1,4 mmol per liter opgenomen water. Berekening via gegevens over droge stofproduktie en gewasanalyse gaf een Naopname te zien die gemiddeld 60% lager lag dan via berekening via de Na-toevoer. De Na-opname berekend via gewasanalyse komt neer op slechts 0,5 mmol per liter opgenomen water, gemiddeld van de twee teelten.

Voor wat betreft de teelt van tomaat op steenwol kan aan de hand van de proefresultaten het volgende advies worden gegeven. De Na- en Cl-concentratie in de voedingsoplossing mag maximaal oplopen tot 8,0 mmol per liter. Voorwaarde is dat er voldoende aan voeding in de oplossing aanwezig is. Deze waarde geldt daarom bij een EC van 3,0 mS per cm. Mogelijk mag de maximale concentratie zelfs nog wat hoger worden gesteld dan 8 mmol per liter, gezien er nagenoeg geen specifiek NaCl-effect optrad bij hogere NaCl-niveaus in deze proef.

Gezien de vragen die dit onderzoek heeft opgeroepen, zijn de volgende aanbevelingen voor vervolgonderzoek te doen. Ten eerste is onderzoek gewenst naar het effect van het verversen van voedingsoplossing. Ten tweede is het gewenst om in een proef nogmaals de Na- en Cl-opname na te gaan en wel op de twee manieren zoals in paragraaf 8.3. werd gedaan. Dit met als doel na te gaan wat de oorzaak is van de gevonden verschillen in opname. Dit zou in een eenvoudige proef met een teelt op emmers met een "borrelaar" kunnen.

Literatuur

- Burg, A.M.M. van der. In druk. De water- en mineralenhuishouding van een bedrijf met een tomatenteelt op steenwol. Intern verslag. Proefstation voor Tuinbouw onder glas te Naaldwijk.
- Sonneveld, C., 1981. Kationenverhouding bij tomaat in recirculerend water (teelt 1980). Intern verslag nr. 22. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk.
- Sonneveld, C. en C. de Krey. Voedingsoplossingen voor groenten en bloemen, geteeld in water of substraten. Brochure 8. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.
- Voogt, W. In druk. Verhouding kationen in de voedingsoplossing bij teelt op steenwol van tomaat.

Bijlage 2

De Na- en Cl-concentraties in de recirculerende voedingsoplossing in de herfstteelt.

Behan- deling	Na (mmol/l)						Cl (mmol/l)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1/8			9,8	17,0					9,9	20,4		
5/8	1,7	1,7	9,3	17,7	2,7	2,1	1,3	1,3	5,9	18,7	2,1	1,8
8/8			13,5	27,0					12,3	23,6		
18/8	3,4	2,3	13,5	23,9	4,3	3,8	2,4	1,7	13,3	22,2	2,6	3,4
21/8			16,7	29,4					12,8	23,9		
26/8	3,9	1,9	16,0	27,3	5,2	4,6	2,3	1,0	13,2	24,3	4,0	3,5
9/9	1,5	2,5	17,0	30,0	6,5	5,9	0,8	0,5	12,8	25,4	3,4	3,2
12/9			11,4	25,3					8,7	22,0		
13/9			13,6	25,4					12,9	23,9		
23/9	2,2	2,1	11,6	21,8	3,8	3,7	0,1	0,1	13,8	23,2	0,4	0,2
25/9			10,2	20,2					15,0	24,0		
7/10	2,9	1,9	11,6	21,1	4,5	4,0	0,3	0,2	13,1	24,1	0,7	0,4
11/10			12,6	24,9					13,3	23,8		
21/10	2,9	1,4	11,6	21,9	4,5	3,4	0,1	0,1	11,8	23,3	0,4	0,2
28/10			14,1	25,0					13,2	24,0		
4/11	3,3	1,8	13,4	25,3	5,0	3,8	0,1	0,1	12,7	24,6	0,5	0,3
11/11			15,8	27,0					13,9	24,7		
18/11	3,6	2,3	14,2	25,4	5,6	4,5	0,3	0,4	12,9	24,4	0,6	0,5
Gemiddeld	2,8	2,0	13,4	24,8	4,7	4,0	0,9	0,6	12,8	23,7	1,7	1,5

Bijlage 3

De Na- en Cl-concentratie in de recirculerende voedingsoplossing in de stookteelt.

Behan- deling	Na (mmol/l)						Cl (mmol/l)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10/2	1,8	1,9	9,5	10,0	2,2	2,8	1,2	1,0	8,4	9,2	1,2	1,5
17/2			10,8	18,1					8,6	15,0		
25/2	3,8	2,3	12,3	22,1	3,7	3,6	1,4	1,1	9,9	22,1	1,5	1,6
5/3			12,5	25,0					9,7	19,2		
10/3	2,6	2,2	12,6	25,9	2,9	3,1	1,2	1,1	11,4	25,9	1,5	1,5
17/3			12,0	26,4					9,7	23,4		
24/3	4,2	2,6	12,2	26,9	4,7	4,5	1,5	1,4	11,5	25,8	2,4	1,7
4/4			9,6	22,2					9,0	19,6		
7/4	5,4	2,4	14,6	26,7	6,4	6,0	2,4	1,7	13,7	26,5	3,8	2,7
14/4			14,5	25,0					12,1	23,1		
21/4	3,5	3,0	13,7	9,9	4,7	5,9	1,3	1,4	11,9	10,0	2,2	1,8
6/5	6,6	3,6	14,8	21,6	7,3	8,1	1,6	1,4	12,0	22,0	2,9	1,9
12/5			12,6	24,0					10,2	22,2		
20/5	6,0	3,3	12,9	24,4	8,5	9,0	1,2	0,9	13,2	23,4	3,1	1,8
26/5			13,3	24,3					11,2	25,0		
2/6	4,5	3,6	13,2	23,2	5,6	5,8	1,4	0,9	14,1	25,0	2,4	1,8
9/6			11,7	23,0					12,1	22,7		
16/6	6,3	4,1	13,5	25,3	7,6	7,0	1,0	0,3	11,5	22,9	2,1	1,4
23/6			12,8	23,7					11,9	23,0		
30/6	3,6	3,8	12,4	24,6	3,7	3,6	1,4	1,1	12,2	24,4	1,6	1,8
7/7			12,8	22,7					12,3	25,3		
14/7	5,7	3,5	13,7	23,7	6,2	4,9	2,4	1,2	11,0	22,4	3,1	2,8
21/7			12,0	23,7					11,2	23,0		
28/7	3,6	2,7	11,2	23,6	3,9	3,4	1,6	1,0	10,5	23,7	2,1	2,3
4/8			12,3	21,8					12,2	23,7		
11/8	5,3	5,1	12,0	22,7	6,0	4,7	2,7	2,5	11,2	22,7	3,3	3,1
18/8			16,0	29,2					15,4	30,2		
25/8	5,8	3,1	13,2	22,8	6,9	5,2	2,8	1,3	12,7	22,6	3,8	3,1
Gemiddeld	4,6	3,1	12,9	23,7	5,4	5,2	1,7	1,2	11,9	23,3	2,5	2,1

Bijlage 4

Chemische analyse van de bladmonsters, per monster, per behandeling.

Gehalten (mmol/kg) en droge stof (%) in de vrucht.

	Behandeling 1 -/2,5/zonder					Behandeling 2 -/2,5/met				
	Jong				Oud	Jong				Oud
	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86
Na	34	31	71	45	47	25	21	45	30	30
K	1000	912	861	924	668	974	942	919	945	717
Ca	630	928	1100	886	1514	697	841	986	841	1538
Mg	116	148	209	158	184	98	130	198	142	135
P	192	250	316	253	367	200	264	307	257	367
Cl	104	45	77	75	44	78	48	84	70	34
N	3760	3386	2953	3366	1994	3620	3411	3146	3392	2008
NO ₃	124	151	184	153	136	71	164	136	124	136
S-tot.	420	409	664	498	915	434	416	558	469	867
SO ₄	352	334	636	441	796	378	340	492	403	774
dr.st.	11,6	12,8	14,5	13,0	15,0	12,1	12,7	14,2	13,0	15,6

	Behandeling 3 12,5/3,7					Behandeling 4 25/5,2				
	Jong				Oud	Jong				Oud
	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86
Na	114	58	140	104	99	182	132	201	172	156
K	930	888	902	906	645	918	897	918	911	646
Ca	842	912	955	903	1070	736	842	940	839	1443
Mg	108	156	248	171	210	100	152	256	169	206
P	198	251	264	238	301	179	204	231	205	200
Cl	140	70	156	122	65	193	98	202	164	98
N	3550	3476	3032	3353	1927	3770	3471	3088	3443	1946
NO ₃	135	144	185	155	157	124	172	174	157	131
S-tot.	472	454	646	524	781	486	384	578	483	775
SO ₄	466	386	532	561	738	434	360	484	426	722
dr.st.	12,2	12,7	13,7	12,9	15,3	12,5	13,3	14,5	13,4	15,8

	Behandeling 5 -/3,7					Behandeling 6 -/5,2				
	Jong				Oud	Jong				Oud
	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86	18-9-85	7-4-86	2-7-86	gem.	2-7-86
Na	32	34	63	43	40	30	26	54	36	36
K	1017	972	946	978	782	1095	1096	1046	1079	842
Ca	628	856	1004	829	1496	738	802	930	823	1235
Mg	122	145	196	154	156	111	130	178	140	128
P	196	232	297	242	324	198	218	304	240	318
Cl	121	30	80	77	32	102	54	78	79	36
N	3810	3502	3180	3498	1954	3930	3614	3178	3574	2054
NO ₃	154	176	184	171	188	158	186	178	174	158
S-tot.	425	398	586	470	822	460	472	536	489	910
SO ₄	353	352	495	400	764	388	426	504	439	796
dr.st.	12,4	12,9	14,7	13,3	15,5	12,4	12,3	15,3	13,3	15,8

Bijlage 5

Chemische analyse van de vruchtmonsters, per monster, per behandeling.

Gehalten (mmol/kg) en droge stof (%) in de vrucht.

	Behandeling 1 -/2,5 zonder			Behandeling 2 -/2,5 met		
	21-10-85	2-7-86	gem.	21-10-85	2-7-86	gem.
Na	34	36	35	20	20	20
K	1304	1106	1205	1258	1076	1160
Ca	40	30	35	40	31	36
Mg	92	60	76	80	60	70
P	208	202	205	194	192	193
Cl	166	112	139	154	119	137
N-tot.	2000	1506	1753	1750	1446	1598
NO ₃	27	<25	26	23	<25	<24
S-tot.	51	54	53	46	55	51
SO ₄	38	26	32	40	30	35
dr.st.	4,5	5,8	5,2	4,3	5,8	5,1

	Behandeling 3 12,5/3,7			Behandeling 4 25/5,2		
	21-10-85	2-7-86	gem.	21-10-85	2-7-86	gem.
Na	80	62	71	128	84	106
K	1202	1096	1149	1238	1072	1155
Ca	38	26	32	28	24	26
Mg	76	62	69	85	60	73
P	178	191	185	190	182	186
Cl	248	148	198	242	160	201
N-tot.	1630	1604	1617	1760	1548	1654
NO ₃	17	<25	<21	13	<25	<19
S-tot.	40	56	48	42	53	48
SO ₄	31	28	30	32	26	29
dr.st.	4,6	5,2	4,9	5,3	5,9	5,6

	Behandeling 5 -/3,7			Behandeling 6 -/5,2		
	21-10-85	2-7-86	gem.	21-10-85	2-7-86	gem.
Na	26	34	30	26	32	29
K	1240	1096	1168	1216	1156	1186
Ca	34	26	30	32	24	28
Mg	78	62	70	77	60	69
P	181	188	185	180	196	188
Cl	150	108	129	152	126	139
N	1720	1540	1630	1730	1569	1650
NO ₃	18	<25	<22	15	<25	<20
S-tot.	41	54	48	42	52	47
SO ₄	40	24	32	42	28	35
dr.st.	4,7	5,5	5,0	5,1	6,6	5,9

Bijlage 6

Berekening Na- en Cl-opname van de herfstteelt volgens twee methoden.

Periode	Dagen	Beh.3	Beh.4	Natrium		Chloride	
				Behandeling 3	Behandeling 4	Behandeling 3	Behandeling 4
				mmol/l	mmol/m ²	mmol/l	mmol/m ²
		1,46	1,47	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/l	mmol/l
				mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/l	mmol/l
				mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/l	mmol/l
				mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/l	mmol/l
Methode 1							
16/7-23/9	69	1,46	1,47	0,86	86,6	1,27	128,9
24/9-18/11	56	1,34	1,40	0,86	64,5	1,27	99,6
Totaal					151,1		228,5
						1,03	103,8
						1,47	149,1
						1,03	77,3
						1,47	115,2
						181,1	264,3

Vers	Droge stof	Natrium		Chloride						
		Behandeling 3	Behandeling 4	Behandeling 3	Behandeling 4					
		mmol/kg	mmol/m ²	mmol/kg	mmol/m ²					
kg/m ²	%	kg/m ²	kg/m ²	mmol/kg	mmol/m ²					
Methode 2										
Vrucht (21/10)	6,9	4,6	0,317	80	25,4	128	248	78,6	242	76,7
Blad*			0,236	140	33,0	201	156	36,8	202	47,7
Stengel			0,117	146	17	233	447	52,3	436	51,0
					----	----	----	----	----	----
					75,4	115,3		167,7		175,4

* op basis van gehalte jong blad

Bijlage 7

Berekening Na- en Cl-opname van de stookteelt volgens twee methoden.

Periode		Wateropname 1/m ²		Natrium		Chloride	
		Beh.3	Beh.4	Behandeling 3	Behandeling 4	Behandeling 3	Behandeling 4
Dagen				mmol/1	mmol/m ²	mmol/1	mmol/m ²
Methode 1							
6/1-10/3	65	1,17	0,96	1,33	101,0	1,65	103
11/3-14/4	35	1,94	1,64	1,33	90,3	1,65	94,7
15/4-26/5	42	2,77	2,46	1,33	154,7	1,65	170,5
27/5-30/6	35	3,25	2,67	1,10	125,1	1,30	121,5
1/7-28/7	28	2,89	2,31	0,94	76,1	1,26	81,5
29/7-18/8	21	2,69	2,84	1,18	66,7	1,26	75,2
19/8- 1/9	14	1,91	1,69	0,94	25,1	1,26	29,8
Totaal					639,0		676,2

Vers		Droge stof		Natrium		Chloride	
				Behandeling 3	Behandeling 4	Behandeling 3	Behandeling 4
kg/m ²		%	kg/m ²	mmol/kg	mmol/m ²	mmol/kg	mmol/m ²
Methode 2							
Vrucht (2/7)	23,4	4,9	1,15	62	71,3	84	96,6
Blad*	3,8	15,3	0,58	99	57,4	156	90,5
Stengel	1,8	14,0	0,25	112	28,0	151	37,8
Totaal					156,7		224,9

* Na op basis van oud blad, Cl op basis van jong blad.